

**Contribution à l'étude
de la
température rectale normale
dans l'espèce porcine**

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 20 Février 1963

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

PAR

Pierre PICHON

Né le 16 Avril 1938, à CHAMPAIGNOLE (Jura)



LYON

Imprimerie BOSC Frères
42, quai Gaillon, 42

—
1963

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA TEMPERATURE
RECTALE NORMALE DANS L'ESPECE PORCINE**

**Contribution à l'étude
de la
température rectale normale
dans l'espèce porcine**

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 20 Février 1963

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRIINAIRE

PAR

Pierre PICHON

Né le 16 Avril 1938, à CHAMPAGNOLE (Jura)



LYON

Imprimerie BOSC Frères
42, quai Gailleton, 42

—
1963

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur	M. FLORIO
Directeurs honoraires	M. JUNG M. TAPERNOUX
Professeur honoraire	M. CUNY

PROFESSEURS

Physique, Chimie, Pharmacie, Toxicologie	MM. TAPERNOUX
Anatomie descriptive, Extérieur, Anatomie appliquée	BARONE
Physiologie, Thérapeutique, Pharmacodynamie ..	BOST
Histologie, Embryologie, Anatomie pathologique .	LUCAM
Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale	FLACHAT
Zoologie appliquée, Parasitologie externe, Parasitologie interne	EUZEBY
Pathologie médicale des équidés et des carnivores, Législation vétérinaire	FLORIO
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	COTTEREAU
Technique chirurgicale, Pathologie chirurgicale .	COLLET
Obstétrique, Pathologie de la reproduction	BERTRAND
Microbiologie, Immunologie, Maladies contagieuses, Police sanitaire	JOUBERT
Ethnologie, Hygiène, Zootechnie, Economie rurale	FROGET
Botanique appliquée, Agronomie, Alimentation ..	JEAN-BLAIN

CHEFS DE TRAVAUX

MM. MAGAT, FERNEY, RUCKEBUSCH, Agrégés.
MM. BUSSIERAS, OUDAR, VAN HAVERBEKE.

ASSISTANTS

MM. LAPRAS, LE NIHOUANNEN.

EXAMINATEURS DE LA THESE

Président : M. le Professeur CROIZAT, de la Faculté de Médecine.
Premier Assesseur : M. le Professeur COTTEREAU, de l'Ecole Vétérinaire.
Deuxième Assesseur : M. le Professeur COLLET, de l'Ecole Vétérinaire.

La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.

A MON PERE

En témoignage de mon affection et
de ma reconnaissance pour tous les
sacrifices qu'il a consentis pour moi.

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR CROIZAT

Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de notre Jury
de thèse.

Hommages respectueux.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR COTTEREAU

Qu'il trouve ici notre respectueuse
gratitude pour la confiance qu'il nous
a toujours témoignée et les conseils
dont il nous a fait bénéficier au cours
de l'élaboration de cette thèse.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR COLLET

En remerciement de la sollicitude
que ce Maître nous a toujours témoi-
gnée.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ECOLE VETERINAIRE DE LYON

INTRODUCTION

Quelle est la température normale d'un porc ?

Telle est la question posée au vétérinaire praticien par tout éleveur de porcs. Il répond, en se référant à la majorité des auteurs, qu'elle varie entre 38° et 40°5 suivant l'âge du sujet.

Mais il importe au praticien de connaître à cinq dixièmes de degré près la température normale d'un sujet en fonction de son poids, afin de pouvoir établir un diagnostic et un pronostic.

Le professeur Cottureau ayant bien voulu nous confier le soin de cette étude statistique, nous avons pris la température rectale d'un millier de porcs, non malades cliniquement, ceux-ci étant divisés en six catégories :

- Porcelets à la naissance ;
- Porcelets le jour de la naissance ;
- Porcelets avant le sevrage ;
- Porcelets après le sevrage ;
- Porcs d'une quarantaine de kilogrammes ;
- Porcs d'une centaine de kilogrammes.

Les résultats feront l'objet de la seconde partie, mais auparavant nous étudierons le mécanisme de la régulation thermique chez les homéothermes.

PREMIERE PARTIE

L'HOMÉOTHERMIE

DEFINITION ET GENERALITES

Les homéothermes, souvent encore appelés animaux à sang chaud, sont des animaux (mammifères et oiseaux) dotés d'un système thermorégulateur qui maintient ainsi la température centrale de leur corps à un optimum invariable qui est compris, chez la plupart, entre 37° et 40°.

L'organisme est le siège d'un mouvement incessant de chaleur, lié à deux processus caloriques fondamentaux, la perte et la production, qui tendent le premier à refroidir, le second à réchauffer le corps. Mais chez l'homéotherme, il existe un système thermorégulateur qui tend à maintenir l'équilibre entre les productions et les pertes de chaleur afin de rendre la température centrale de l'organisme constante.

Si l'organisme homéotherme est menacé d'échauffement, il détruit l'excès de chaleur par une production réglée et proportionnée de froid. Il existe une température extérieure pour laquelle, le milieu n'étant ni trop froid, ni trop chaud, l'inévitable chaleur minimum du service physiologique en arrive toute seule à équilibrer strictement la perte calorique du corps.

C'est cette température extérieure, située entre 25° et 30° suivant les auteurs, qui constitue le point de neutralité thermique, ou zéro thermique. A ce moment, il y a équilibre entre la thermogénèse et la thermolyse, et cela sans l'intervention du système régulateur.

Mais dès qu'on s'éloigne de ce point de neutralité thermique dans un sens ou dans l'autre, le maintien de l'homéothermie nécessite la mise en jeu de mécanismes régulateurs complexes que nous allons maintenant étudier succinctement, dans leur lutte contre le froid tout d'abord, puis contre la chaleur.

LUTTE CONTRE LE FROID

De ce que l'on vient de dire, il est facile de voir que l'organisme des homéothermes maintient sa température propre contre le refroidissement de deux façons : soit en diminuant la dispersion de chaleur par irradiation et vasoconstriction, soit en augmentant la thermogénèse.

A. — Diminution de la thermolyse.

1° *Le tissu adipeux et les poils.*

De tous les tissus, le tissu adipeux est, après la peau, le moins conducteur. L'accumulation de graisse sous-cutanée qui a lieu chez le porc a une importance considérable pour la lutte contre le froid parce qu'elle ralentit la vitesse de dispersion par irradiation. Cette accumulation de graisse s'observe habituellement chez les animaux qui vivent dans des régions au climat froid ; l'épaisseur de la graisse sous-cutanée peut atteindre plusieurs centimètres, comme chez la baleine, le phoque et le dauphin ; chez le porc, il n'est pas rare qu'elle soit de trois à quatre centimètres. Relativement à l'espèce, même le cheval des pays subarctiques présente un notable développement de l'épiderme, et il peut ainsi résister à des températures qui s'abaissent fréquemment à moins 25°.

Les expériences de Lefèvre sur le porcelet indiquent

que, malgré tout, la graisse ne joue pas le rôle de protection que l'on pourrait croire. En effet, chez le porcelet l'accélération de la perte calorique avec la chute de la température extérieure est beaucoup plus grande que chez les autres homéothermes. La nudité presque totale du porc n'est donc pas compensée par la couche de graisse sous-cutanée. D'ailleurs il est clair que la nappe adipeuse ne peut atténuer que la transmission calorique par conductibilité mais pas le transport par voie circulatoire, puisque le sang se répand abondamment à la surface du derme en une nappe riche qui donne normalement à la peau du porcelet une belle teinte rose.

Sur le porc, le rôle des courants d'air aura donc une importance primordiale puisque cet animal n'a pas de fourrure pour emprisonner l'air qui se réchauffe peu à peu à son contact, et qui est une sorte de tampon entre l'atmosphère froide et la chaleur du corps, il diminue ainsi le rayonnement qui, au contraire, pourra s'exercer pleinement si un courant d'air renouvelle continuellement la couche entourant le sujet.

Lefèvre a constaté en outre que chez le lapin, très couvert, l'effet de l'accroissement de la vitesse du courant d'air sur la déperdition est presque nul, tandis qu'il devient sensible chez le chien, plus encore chez le porc, et prend un effet maximum chez l'homéotherme nu.

Ainsi certains animaux ont une fourrure assez épaisse pour que les variations de vitesse d'un courant d'air n'agissent presque pas sur leur déperdition. Ces animaux, qui sont des modèles de défense passive, restent d'une extrême susceptibilité au froid, et c'est parmi eux d'ailleurs que l'on rencontre la plupart des hibernants, qui s'engourdissent l'hiver.

Le porc, comme nous venons de le voir, a une peau très vascularisée qui permet ainsi de grandes pertes caloriques lorsque cet animal est exposé au froid ; aussi étudierons-nous maintenant comment il peut diminuer cette thermolyse cutanée.

2° *La vasomotricité périphérique.*

Le sang qui revient de la périphérie est toujours moins chaud que celui qui s'y rend : cela prouve qu'il a cédé une partie de sa chaleur aux organes et tissus les plus exposés au froid, qui l'ont à leur tour cédée au milieu extérieur. Mais l'importance de cette élimination dépend elle-même des processus vasomoteurs de la peau. Il faut chercher à les connaître car, selon qu'il y aura vasodilatation ou vasoconstriction cutanée par le froid, la thermorégulation se fera essentiellement par augmentation de la production dans le premier cas, ou, dans le second, par restriction des pertes.

Lefèvre a constaté, sur des porcelets, qu'en faisant couler deux nappes liquides, la première froide, coulant sur la cuisse gauche par exemple, la deuxième, très chaude, sur la cuisse droite, les deux membres commencent aussitôt à s'hyperhémier uniquement aux points arrosés. Du côté froid, la peau dure, serrée, présente « une franche coloration carminée intense », tandis que du côté chaud la peau est molle, sa teinte étant rose et les veines gonflées. Des deux côtés la circulation est également rapide ; il s'agit donc, au froid comme au chaud, d'une hyperhémie active et nullement d'une stase circulatoire. Entre 25° et 35° l'hyperhémie disparaît pour réapparaître à 36° ; elle croît avec la température.

L'observation montre que chez les sujets nus, comme chez l'homme et le porc, l'air produit des effets vasomoteurs de même nature que ceux de l'eau.

L'efficacité des deux systèmes n'est que relative ; aussi est-il inévitable que l'abaissement de la température ambiante persistant, à un certain point le système défensif de l'organisme devienne inefficace ; la température rectale s'abaisse alors, et quand elle atteint 18 ou 20° les grandes fonctions subissent une paralysie, et la mort survient. Il semble que celle-ci ait lieu par asphyxie : Walter est arrivé à maintenir en vie par la respiration artificielle

des animaux dont la température rectale se situait entre 9° et 5°.

De nombreuses condtions interviennent pour rendre variable le degré minimum de température tolérée : telle la superficie de distribution de chaleur en rapport avec la masse du corps, génératrice de chaleur, de sorte que, si aucun autre facteur ne se présente, les petits animaux sont moins résistants que les gros à la chute de température ambiante.

L'interprétation des expériences de Lefèvre bouleversa totalement les théories de ses prédécesseurs et lui valut de nombreuses polémiques car ses contemporains attribuaient une place prédominante aux réactions vasomotrices de la peau et à la vasoconstriction de l'enveloppe cutanée dans le mécanisme de résistance au froid. Mais on peut tenir pour certain que cette résistance se fait presque uniquement par accroissement et accélération de la thermogénèse.

B. — Augmentation de la thermogénèse ou régulation chimique.

Le froid provoque chez l'homéotherme une augmentation compensatrice de la thermogénèse. On peut envisager, sous l'influence du froid, une augmentation directe de la production de chaleur des cellules de l'organisme, ne s'accompagnant pas de travail mécanique et qui répond à ce que certains physiologistes individualisent sous le nom de « régulation chimique au sens étroit du mot ».

1° *Le frisson thermique.*

Le frisson thermique peut être réflexe ou central : dans le premier cas, il est provoqué par action du froid sur les nerfs sensitifs et se déclenche en dehors de toute

variation de la température centrale, et dans le second, il est dû à un abaissement de la température centrale.

D'après Magne, le frisson réflexe, comme la polypnée réflexe est sous la dépendance des nerfs vagues, et toutes les modifications que l'on fait subir à la respiration retiennent sur lui. Au contraire, le frisson central est tout à fait indépendant.

On peut envisager le frisson comme un tétanos imparfait, incomplet, des muscles squelettiques : il peut être localisé surtout aux muscles squelettiques, il peut être localisé surtout aux muscles extenseurs et aux muscles inspireurs ; il peut être intermittent ou continu.

Il s'accompagne d'une élévation considérable des échanges respiratoires. Les muscles brûlent, dans ces conditions, du glucose d'origine sanguine et l'expérimentation montre que le frisson ne peut s'installer parfaitement que si le taux de glucose dans le sang n'est pas abaissé. Grâce à l'intensité de ces combustions, la température s'élève dans les muscles ; aussi conçoit-on toute l'importance du tissu musculaire dans la régulation thermique ; Richet situe la proportion de la chaleur du corps fournie par les muscles entre 75 % et 90 %.

Quand il y a fièvre, l'organisme cherche à réduire les pertes de chaleur et cela provoque une vasoconstriction à la surface de la peau qui se refroidit. Cette sensation de froid éprouvée par le fébricitant est à la base du mécanisme réflexe du frisson fébrile qui, lui aussi, accroît la thermogénèse.

Chez l'animal comme chez l'homme luttant contre le froid on est amené à reconnaître, outre une réponse mécanique du côté des muscles, une série d'autres réactions qu'il nous faut étudier maintenant.

2° Augmentation des combustions.

Les combustions qui correspondent à l'énergie physiologique minimum lorsque l'organisme est au repos et au

point de neutralité thermique s'accroissent dès qu'il doit lutter contre le refroidissement.

Les recherches de Lefèvre, particulièrement intéressantes pour nous puisqu'il les a faites sur le porc, démontrent le rôle du foie dans le réchauffement de l'organisme homéotherme après une forte réfrigération. On sait fort bien que la quantité de glycogène du foie diminue par le refroidissement, et on a décrit, d'autre part, une élévation du taux de glucose dans le sang sous l'influence du froid.

Gessler a montré qu'on obtient une augmentation rapide des combustions par le froid malgré une immobilité musculaire obtenue par le curare. De même, quand une marmotte se réveille, sa température s'élève de 30° en trois ou quatre heures ; chez le lapin exposé au froid, seul le foie est responsable de l'augmentation des échanges. Quant au porc, Lefèvre pense qu'il utilise aussi bien le frisson musculaire que le réchauffement hépatique.

L'enseignement physiologique nous apprend qu'une fraction considérable du sang passe par le foie, s'y échauffe toujours de plusieurs dixièmes de degré, souvent d'un degré ou plus. Le foie prend donc une large part à la thermogénèse normale. Mais cet effort de thermogénèse, comparable à l'effort musculaire, n'a qu'une durée limitée, et entraîne la fatigue, plus ou moins rapidement. Les deux systèmes thermogénétiques que nous venons d'étudier ne pourront être que temporaires, et en quelque sorte palliatifs d'un troisième système non moins important. C'est en effet dans l'alimentation que l'organisme de l'homéotherme doit trouver sa source essentielle de chaleur.

3° Alimentation.

Les aliments doivent apporter à l'homéotherme les matériaux qui, en s'oxydant produiront les réactions exothermiques indispensables à l'organisme dans sa lutte contre le froid.

L'oxydation des substances organiques se déroule dans

les protoplasmes des tissus qui règlent l'intensité suivant leurs besoins énergétiques et le matériel oxydable mis à leur disposition. Mais, seront évidemment à recommander les aliments ayant un pouvoir thermogénétique une fois oxydés. On sait que ce sont les lipides qui ont le plus grand pouvoir calorique : l'oxydation de un gramme de lipide dégage 9,4 calories, alors que celle de un gramme de glucide ou de protide ne donne, en moyenne, que quatre calories.

Il semblerait donc logique de faire absorber aux organismes devant lutter contre le froid une grande quantité de lipides : cela est juste en effet, mais à la condition de rester dans certaines limites compatibles avec une alimentation équilibrée capable d'assurer tous les besoins de l'organisme. Cet équilibre est indispensable si l'organisme doit assurer sa croissance, une gestation, une lactation ou un travail intensif, et l'on devra nécessairement tenir compte de tous ces facteurs si l'on veut éviter des troubles graves.

Quel est l'éleveur qui n'a pas constaté que, par temps froid, ses animaux consomment beaucoup plus de fourrage ou de farine ?

Dans cette étude, il ne faut pas oublier le rôle de plus en plus important que prend la vitamine C ; elle exerce une influence sur la plupart des métabolismes ; l'animal privé de vitamine C est incapable d'utiliser le glucose ; elle influe aussi, en particulier, sur le métabolisme de certains acides aminés ; elle permet enfin la synthèse des hormones corticales qui, avec d'autres hormones, jouent également un rôle dans la thermorégulation en intervenant sur le métabolisme.

FACTEURS ENDOCRINIENS DE LA THERMORÉGULATION

La Thyroïde.

La thyroïde, par le fait même qu'elle régularise les échanges, doit être théoriquement tenue pour responsable

des variations thermiques de l'organisme, dans la mesure tout au moins où celles-ci sont conditionnées par les variations des échanges. De fait, les troubles de la thermogénèse sont de règle dans l'insuffisance thyroïdienne. Selon les observations de Charrin, le traitement thyroïdien appliqué à un homme normal relève sa température centrale.

De plus, la thyroïdectomie entraîne chez l'animal qui l'a subie une diminution des contractions musculaires : or, nous avons déjà étudié leur importance dans la thermogénèse. Il faut aussi faire intervenir, dans cette thermorégulation thyroïdienne, les centres thermiques bulboprotuberantiels que nous étudierons plus loin.

Les parathyroïdes.

Lorsqu'on pratique l'ablation des parathyroïdes d'un chien, on observe des crises tétaniques, mais dans l'intervalle des accès convulsifs, l'hypothermie est habituelle. Chez le chien, elle est en moyenne de 36° , c'est-à-dire $2^{\circ}5$ au-dessous de la température normale ; elle peut même s'exacerber par crises et Gley a pu observer un véritable collapsus thermique qui atteint 26° . La température de chiens ayant subi une parathyroïdectomie s'accroît de 3 à 4 degrés pour un échauffement à 38° ou 40° ; et sous l'influence du refroidissement, des variations du même ordre sont obtenues.

La médullosurrénale.

La médullosurrénale intervient par sécrétion d'adrénaline : il y a une rapide mobilisation des réserves glucidiques hépatiques et une augmentation des combustions cellulaires ; elle provoque de plus l'hyperglycémie et parfois de la glycosurie.

L'adrénaline active le métabolisme de base, exagère les échanges respiratoires et la production de chaleur, et élève la température centrale. On a vu que la consommation d'oxygène est accrue par l'injection de faibles quan-

tités d'adrénaline, mais qu'elle se réduit par l'emploi de quantités plus fortes qui provoquent simultanément l'hypothermie.

Il y a probablement aussi une régulation de l'activité de la thyroïde dont l'homme exalte le catabolisme, mais à une action lente. L'hypothalamus agit directement sur la médullosurrénale par la voie des nerfs adrénalinosécréteurs.

L'hypophyse.

L'enseignement nous a appris que l'hypophyse contrôle plus ou moins directement tout le système endocrinien de l'organisme donc, en plus de son rôle propre dans la régulation thermique, elle agira en intervenant sur les autres glandes endocrines.

La plupart des auteurs qui ont pratiqué des hypophysectomies expérimentales signalent à la suite une chute de la température du corps, et simultanément une diminution des échanges avec réduction appréciable du taux d'élimination de l'eau. Chez le chien, on constate d'autre part que l'injection de lobe postérieur élève la température. Si on injecte des substances pyogéniques capables de relever la température d'un animal normal, on ne produit rien chez l'animal hypophysectomisé, à moins que l'extrait d'hypophyse n'ait été injecté juste auparavant.

De plus, l'hypophyse régularise la température du corps en modifiant l'excitabilité des centres hypothalamiques de la thermogénèse.

Bien que l'organisme dispose d'un système thermorégulateur très sensible et très efficace, il est une limite en dessous de laquelle la température externe ne doit pas descendre — c'est la « température critique inférieure » — ; sinon la thermogénèse ne peut plus compenser la thermolyse et l'hypothermie s'installe alors.

En général, la résistance au froid est notable et une température de moins de 15° peut être tolérée, l'accli-

matement augmente considérablement les possibilités de résistance aux basses températures.

Maintenant que nous avons vu les systèmes mis en jeu dans la lutte contre le froid, il nous reste à étudier comment l'organisme lutte au-dessus du zéro thermique.

LUTTE CONTRE LA CHALEUR

Si l'augmentation des combustions internes constitue le mode essentiel de lutte de l'organisme contre le froid, c'est par un processus physique avant tout que se fera la déperdition, lors d'une élévation de température au-delà de la neutralité thermique. Mais l'organisme est également susceptible, par réduction des échanges, de mettre en jeu un mécanisme de régulation chimique pour lutter contre les températures modérément élevées. Après l'étude de ce double mécanisme, nous envisagerons le rôle des centres nerveux dans le maintien de l'équilibre thermique.

A. — La thermorégulation chimique.

De nombreux auteurs pensent que chez les homéothermes le métabolisme est susceptible d'être réduit à un certain minimum lors d'une élévation de la température.

Nous constatons que le métabolisme de base présente chez l'homme des variations saisonnières avec un maximum en janvier et un minimum en juillet, et la courbe qui les représente a une concavité inverse de la courbe des températures journalières. De même, après avoir provoqué une hausse de la température rectale du chien, en le soumettant à la chaleur, les auteurs ont obtenu une période réactionnelle durant laquelle le métabolisme tendait vers un minimum inférieur à ce qui est normal, et ils voient là un mécanisme de régulation chimique qu'ils considèrent comme existant normalement.

Mais on ne conçoit pas qu'il y ait un minimum inférieur

au métabolisme basal, car l'homéotherme ne pourrait plus alors assurer ses fonctions indispensables à la vie. De plus, il a été démontré que la mise en jeu de la thermorégulation physique, que nous allons étudier maintenant, nécessitait une dépense d'énergie supplémentaire.

B. — La thermorégulation physique.

Le mécanisme de lutte contre la chaleur trouve son conditionnement avant tout dans l'eau, constituant essentiellement mobile de l'organisme. Mais auparavant, nous dirons quelques mots du rayonnement périphérique.

1° *Le rayonnement.*

De tous les tissus, la peau est le moins conducteur, mais au contraire le sang est un excellent conducteur et nous verrons que l'émission de calories est fonction de la circulation périphérique.

Si l'on considère un organisme, privé de toute circulation, mais de température normale et se refroidissant par la seule conductibilité des tissus, la loi de Newton est applicable : la déperdition de calories est proportionnelle à l'excès de la température du corps sur celle du milieu ambiant. Or, chez le porc adulte ayant déjà une certaine épaisseur de tissu adipeux, qui est très peu conducteur, le rayonnement perd beaucoup de son importance.

2° *La vasodilatation périphérique.*

Qu'il s'agisse à l'origine de chaleur extérieure ou de chaleur interne, il est notoire que sous l'influence de la chaleur les vaisseaux périphériques se dilatent ; ils se dessinent sous les téguments qui prennent une coloration plus ou moins accusée. Nous en faisons l'observation quotidienne à la suite d'un exercice violent en atmosphère chaude, ou après un repas copieux, les combustions inter-

nes produites par les aliments, créant un surplus de chaleur, que l'organisme élimine par vasodilatation.

Mais encore faut-il que la température extérieure ne dépasse pas 37°, sinon le sang se réchauffe au niveau de la peau et il y a vasoconstriction réflexe ; dans ces conditions, l'organisme, du fait de la réduction de la conduction thermique est moins sensible à la chaleur. On observerait alors une plus grande coagulabilité du sang et la plus grande viscosité enregistrée s'opposerait à l'écoulement du sang à la surface.

Le processus de défense contre la chaleur serait dans ce cas comparable à celui qu'emploie l'organisme pour résister au froid.

3° *L'évaporation cutanée.*

Blagden a montré en 1779 qu'un homme pouvait rester plus d'une heure dans une étuve à 60° pourvu qu'elle fût sèche et que la sudation put ainsi s'exercer. On sait, en effet, qu'un litre d'eau liquide absorbe, pour passer à l'état gazeux, 580 calories : chaque litre de sueur en s'évaporant entraîne donc pour l'animal une perte de 580 calories.

La sudation, dans les régions humides des tropiques, est particulièrement difficile, d'où les troubles thermiques généraux observés sous ces climats. Des auteurs rapportent qu'un séjour dans l'air chaud (35°) et saturé d'humidité, élève la température à 38°5.

L'homme évaporant à peu près un litre d'eau en 24 heures en temps normal, c'est près du quart de sa thermogénèse qui s'élimine ainsi. On a observé chez trois sujets sains de la même famille, atteints d'absence congénitale des glandes cutanées, une élévation de température à plus de 40° à la suite d'une simple promenade au soleil, et on a des faits analogues dans certains cas de sclérodermie.

A la suite d'un travail musculaire intense, dans nom-

bre de cas où la thermogénèse est exagérée, en même temps qu'est activée la circulation cutanée, la sudation est ainsi mise en jeu sous l'influence de l'élévation de la température centrale. Mais le plus souvent, c'est par voie réflexe qu'est provoquée la transpiration, et il est à retenir que, contrairement à l'action du froid, l'excitation calorifique n'atteint les glandes sudoripares que par les nerfs et les centres, étant sans action sur les terminaisons nerveuses. Rappelons à ce propos que les corps de Ruffini, terminaisons nerveuses sensibles à la chaleur, sont situés dans la profondeur de la peau, tandis que les terminaisons bulbaires de Krause, sensibles au froid, se trouvent à la jonction de l'épiderme et du derme.

Lorsque la sueur perle sur le front, il suffit de plonger la main dans l'eau froide pour que cesse la sudation. Par contre la sueur persiste si l'on interrompt la circulation de l'extrémité refroidie par une manchette en caoutchouc ; pour la faire réapparaître, il suffit de relâcher la manchette et de rétablir ainsi la circulation.

Mais, malgré tout, l'évaporation cutanée ne joue un rôle que dans des cas bien déterminés : travail, excès de chaleur d'origine variée, fièvre. Dans les conditions normales de la vie, la respiration permet à l'eau de jouer un rôle dans la thermolyse.

4° *L'évaporation d'eau pulmonaire.*

Chez les animaux même dotés de glandes sudoripares, l'organisme trouve dans la ventilation pulmonaire, et l'évaporation d'eau qui en résulte un moyen non négligeable de contribuer au refroidissement du sang.

Chez l'homme, dix à quinze pour cent de la thermogénèse sont perdus par l'évaporation pulmonaire en temps normal, mais ce pourcentage peut être accru lorsque les mouvements respiratoires deviennent plus amples et plus rapides. L'accélération de la respiration observée au cours de la fièvre chez tous les animaux est physiologique chez le chien qui lutte contre la chaleur.

Mais si un certain nombre d'homéothermes sont munis de glandes sudoripares, la plupart en sont dépourvus. Chez ces animaux nous allons voir que la polypnée, par une large évaporation, y supplée.

Richet a montré par une série d'expériences que l'accélération respiratoire sous l'influence de la chaleur constituait une fonction du bulbe d'une importance primordiale pour la régulation thermique chez les animaux qui, comme le porc, sont pratiquement privés d'appareil sudoripare : le porc, lui, n'en présente en effet qu'au niveau du groin. Encore faut-il pour que cette évaporation cutanée ou pulmonaire se fasse librement que l'air ambiant ne soit pas saturé d'humidité.

La polypnée thermique peut être de deux ordres, soit réflexe, soit centrale.

Si nous exposons un chien au soleil, nous constatons qu'assez rapidement il devient haletant, la respiration s'accélère et arrive à présenter 200 mouvements à la minute ; mais il est remarquable que la température rectale du chien ne s'élève pas dans ces conditions du fait de l'évaporation abondante d'eau par voie pulmonaire, et parfois même la température rectale s'est abaissée au-dessous de la température primitive.

Si l'on injecte à un chien des substances convulsivantes, l'exagération des contractions musculaires élève la température de l'animal et bientôt la polypnée apparaît, la respiration s'accélère, la température atteint 41°7, mais ne s'élève plus.

Nous allons maintenant étudier le rôle joué par le système nerveux dans la thermorégulation.

INTERVENTION NERVEUSE DANS LA THERMOREGULATION

a) Mécanisme.

Les réactions de l'organisme des homéothermes aux variations de la température ambiante sont réflexes, et le stimulus est dû à une excitation dans laquelle entre la température cutanée qui fait suite à la modification de la température ambiante. Ce sont les terminaisons sensibles qui entrent en excitation par l'abaissement de la température externe, ou inversement qui sentent son augmentation.

L'existence des réflexes thermorégulateurs est démontrée par le fait qu'en modifiant convenablement la température d'une zone cutanée restreinte on obtienne des phénomènes généralisés : cela ne peut arriver que si l'excitation rejoint un centre nerveux d'où part un réflexe vers une zone supérieure à celle stimulée, jusqu'à l'organisme tout entier.

Les réactions réflexes consistent dans la dilatation ou la constriction des vaisseaux cutanés, la stimulation des glandes sudoripares quand elles existent et celle des muscles horripilateurs, dans la régulation du tonus des muscles striés, donnant des manifestations motrices de ces muscles, et dans la régulation de l'intensité du métabolisme.

Les centres nerveux intéressés dans le maintien de la température du corps sont multiples ; ils sont situés à différentes hauteurs de l'axe cérébro-spinal et la réaction

réflexe est d'autant plus intense que le centre est situé plus haut.

b) Centres nerveux.

Dans l'encéphale existe un centre, ou plus exactement un complexe de centres, qui rend possible l'homéothermie : cela est démontré par le fait que, selon les expériences de Paüger et Freund, la section de la moelle épinière faite un peu en arrière du bulbe transforme en poïkilotherme un animal homéotherme. D'autre part, on obtient le même effet avec une section transversale du mésencéphale tout de suite après les tubercles quadrijumeaux antérieurs. Cependant l'ablation du cortex ne trouble pas l'homéothermie. On prouve ainsi que les mécanismes régulateurs de la température sont situés dans le diencephale. Les recherches de Karples et Kreidl en 1914 indiquaient déjà l'hypothalamus comme centre possible de régulation. Les expériences de Ramson faites vingt ans après sur le chat ont précisé que la stimulation thermique de l'hypothalamus antérieur augmente la dispersion de la chaleur centrale par des mécanismes coordonnés de vasodilatation, par augmentation de la transpiration cutanée, polypnée ; et par suite il y a chute de la température rectale. La stimulation de l'hypothalamus postérieur fait apparaître par contre les réactions qui s'observent dans la lutte contre le froid et qui correspondent généralement à une stimulation globale du système sympathique d'où résulte une hyperthermie. Cela est confirmé par le fait que les lésions de l'hypothalamus entraînent une déficience de la régulation thermique.

Le pouvoir thermorégulateur n'est pas également développé chez les nouveau-nés des différentes espèces animales. Il manque presque toujours en harmonie avec l'incomplète organisation fonctionnelle du système nerveux chez les nouveau-nés qui naissent nus, avec les yeux fermés ;

par contre, il présente tout de suite son développement normal chez les nouveau-nés qui naissent les yeux ouverts et dont le corps est revêtu de poils ou de plumes.

Le porcelet semble avoir dès sa naissance un système nerveux bien développé ; aussi dans la seconde partie essayerons-nous de voir comment il l'utilise dans sa thermorégulation.

DEUXIEME PARTIE

Nous rassemblerons ici les résultats obtenus lors de nos expérimentations dont nous résumerons tout d'abord les conditions et la technique.

Elles ont consisté à prendre la température rectale d'un millier de porcs de différents âges, divisés en six catégories : porcelets à l'instant même de la naissance, porcelets quelques heures après la naissance, porcelets avant, puis après sevrage, porcs de trente à cinquante kilos et enfin porcs de quatre-vingts à cent vingt kilos. Les températures ont toutes été prises *avec un thermomètre médical vérifié*.

Pour les quatre premières catégories les mesures ont été effectuées dans des élevages fermiers. Pour les deux dernières catégories nous avons travaillé dans des porcheries industrielles.

Toutes nos mesures se situent au printemps et l'été, c'est-à-dire à une période où nous n'avons pas relevé d'écarts importants de la température ambiante, celle-ci se situant entre 18 et 25°.

Nous n'avons expérimenté que sur des porcs de la race Large White qui est actuellement la plus répandue en France.

Nous nous sommes attachés à ne prendre la température rectale que de porcs sains, nous avons éliminé de nos expérimentations tous les porcs atteints de toux et d'entérite particulièrement dans les porcheries industrielles où ces deux affections sont souvent assez fréquentes. Lors de nos expériences nous avons pu noter des élévations thermiques de plus de un degré quand un porc crie et se

débat activement, aussi avons-nous jugé bon de ne pas relever ces résultats.

Pour éliminer le plus possible les facteurs pouvant modifier la température rectale, les repas en particulier, nous avons expérimenté entre dix et seize heures, heures toujours éloignées de celles des repas.

Tous nos résultats seront transposés dans un tableau qui sera illustré par une courbe correspondant à chaque catégorie de porcs. Nous établirons dans un autre tableau la moyenne pondérée (M) pour chaque catégorie ainsi que l'écart type (E). Nous calculerons entre quelles limites sont compris 66 % des individus, $M - E$ étant la limite inférieure et $M + E$ la limite supérieure ; de même $M - 2 E$ et $M + 2 E$ nous donneront les limites entre lesquelles sont compris 95 % des individus.

Ce procédé nous permettra de constater les différences de température rectale qui peuvent exister au cours de la vie d'un porc.

I. — TEMPERATURE AU MOMENT DE LA NAISSANCE

Avant d'étudier la température rectale des porcelets au moment même de la naissance nous avons jugé utile de connaître quelle était la température des truies pendant l'accouchement.

Malheureusement nous avons assez peu d'expériences à ce sujet. Nous n'avons pu expérimenter que sur treize truies. Il en sera de même pour les porcelets au moment de la naissance, car les accouchements se prolongent parfois quatre ou cinq heures et il nous était impossible d'attendre pendant toute la durée de l'accouchement, ou alors nous étions prévenu trop tard et ne pouvions expérimenter que sur les quelques porcelets qui naissent encore alors que leurs frères avaient déjà plusieurs heures.

Les limites entre lesquelles se situent les températures relevées sont relativement étroites, elles se placent toutes entre $39^{\circ}5$ et 40° . La moyenne pondérée des températures calculée suivant la méthode utilisée en statistique est de $39^{\circ}7$ et si nous calculons l'écart type nous établissons que 66 % des truies ont une température rectale comprise entre $39^{\circ}55$ et $39^{\circ}85$ et que pour 95 % des truies elle se situe entre $39^{\circ}4$ et 40° .

Maintenant que nous connaissons la valeur de la température rectale des truies pendant l'accouchement, voyons quelle est la température des porcelets dans les minutes qui suivent leur naissance.

Nous avons eu beaucoup de difficultés pour expérimenter sur cette catégorie de porcelets, car la truie bien qu'abattue pendant cette période reste très sensible à tout ce qui peut troubler sa tranquillité et en particulier aux

cris poussés par ceux qu'elle vient de mettre au monde. Les porcelets dans les minutes qui suivent leur naissance cherchent à se diriger vers les mamelles de leur mère et têtent quelques gouttes de lait ; or nous avons expérimenté avant même que les porcelets aient eu le temps de têter pour la première fois de leur vie. A cette période ils sont humides et leur corps est partiellement recouvert de mucus qui sèche en quelques heures, sans que la mère ne s'occupe des nouveau-nés.

Les résultats correspondant à cette catégorie de porcelets sont illustrés par la courbe II. Nous constatons qu'à ce stade nous n'avons que peu d'écart de température entre les deux extrêmes de la courbe, il en était d'ailleurs de même pour celle schématisant les températures rectales des mères ; mais il est vrai que nous ne disposions que d'un nombre restreint d'observations.

Toujours par la même méthode de calcul que nous adopterons pour chaque catégorie, nous obtenons une moyenne de $39^{\circ}5$ pour les porcelets dans les minutes qui suivent leur naissance, et pour 66 % de ces porcelets elle se situe entre $39^{\circ}4$ et $39^{\circ}7$ et pour 95 % d'entre eux, entre $39^{\circ}2$ et $39^{\circ}8$.

Nous pouvons en déduire que dès la naissance le porcelet se refroidit au contact de l'air puisqu'en quelques minutes il se produit un refroidissement de deux dixièmes de degré. Aussi allons-nous étudier jusqu'à quel point la température rectale descend pendant les premières vingt-quatre heures de vie.

II. — TEMPERATURE PENDANT LE PREMIER JOUR

Le porcelet après avoir tété une première fois dans les minutes qui suivent sa naissance se réfugie dans la paille où il se couche quelques instants et frissonne sans interruption pendant plusieurs quarts d'heure, puis se lève et retourne têter quelques gouttes de lait qui vont le réchauffer. Il est toujours humide, mais sèche rapidement. Il frissonne pour lutter contre le refroidissement important provoqué par l'évaporation de l'eau et du mucus qui recouvre toute la surface du corps du porcelet. Il lui faut environ deux heures pour se sécher complètement. Mais durant les vingt-quatre heures qui suivent sa naissance il continue sans cesse à frissonner et cela même si la température ambiante est de 20 à 25°. Il est vrai qu'à ce stade les porcelets sont pratiquement nus, leur peau encore très fine et sans doublure adipeuse ne permet pas de lutter efficacement contre les pertes caloriques provoquées par l'évaporation d'eau d'une part et celle-ci est considérable durant les premières heures, et le rayonnement d'autre part.

Voyons maintenant quelle peut être la température rectale de ces porcelets nouveau-nés qui ne cessent de frissonner et qui mettent tout en œuvre pour parvenir à lutter contre cette déperdition importante de calories. Nous avons relevé quelques températures, que nous ne transcrivons pas dans le tableau récapitulatif pour raison de commodité, qui se situaient aux environs de 36°. Nous aurions pu penser que ces porcelets ne pourraient pas survivre et qu'ils étaient au stade de la chute thermique antemortem, mais sans qu'aucun moyen de chauffage n'ait été utilisé

IV. — TEMPERATURE APRES LE SEVRAGE

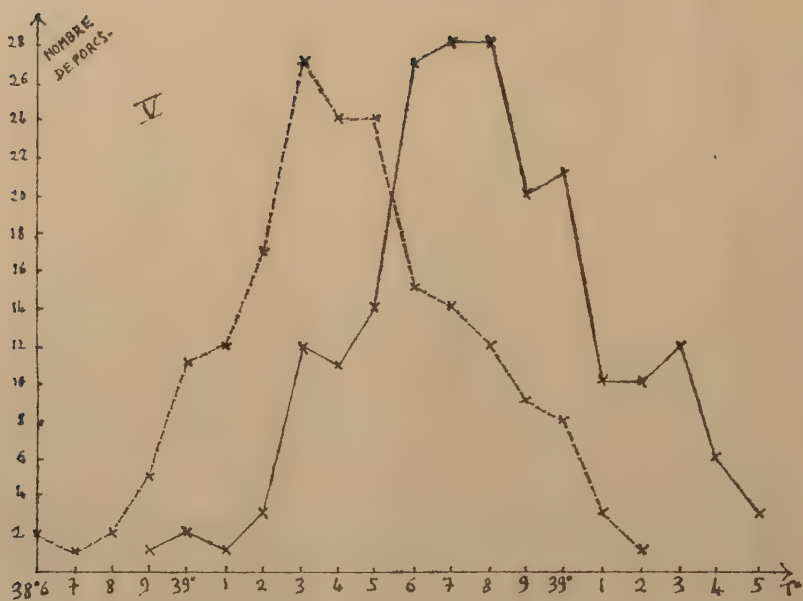
Contrairement à ce que nous avions pu prévoir nous n'avons pas ici de variation de température par rapport à celle que nous avons déjà obtenue lors de nos expérimentations sur les catégories précédentes de porcelets. Au moment du sevrage le porc est plus sensible à tous facteurs pathogènes, mais ceci vient du mode d'alimentation qui diffère. Dans notre étude nous nous sommes efforcés à ne prendre les températures que de porcs sains, mais sans doute sur une population donnée nous aurions noté, sans cette précaution, dans cette catégorie une élévation de la température moyenne due simplement au fait que nous sommes alors à un stade critique de la vie où les maladies sont fréquentes.

Quand nous calculons la moyenne pondérée nous avons en effet une légère augmentation par rapport à celle de la catégorie précédente, mais celle-ci pensons-nous est davantage due au fait que nous n'avons pas une assez grande population pour que les règles statistiques s'appliquent avec toute leur rigueur mathématique. En effet la moyenne pondérée est de 39°5 et 66 % de cette population a une température comprise entre 39°3 et 39°7 et 95 % entre 39°05 et 39°95. Nous obtenons avec une approximation de un dixième de degré les mêmes résultats que précédemment. La température des porcelets reste donc constante, une fois surmontée la crise calorique des vingt-quatre premières heures de vie.

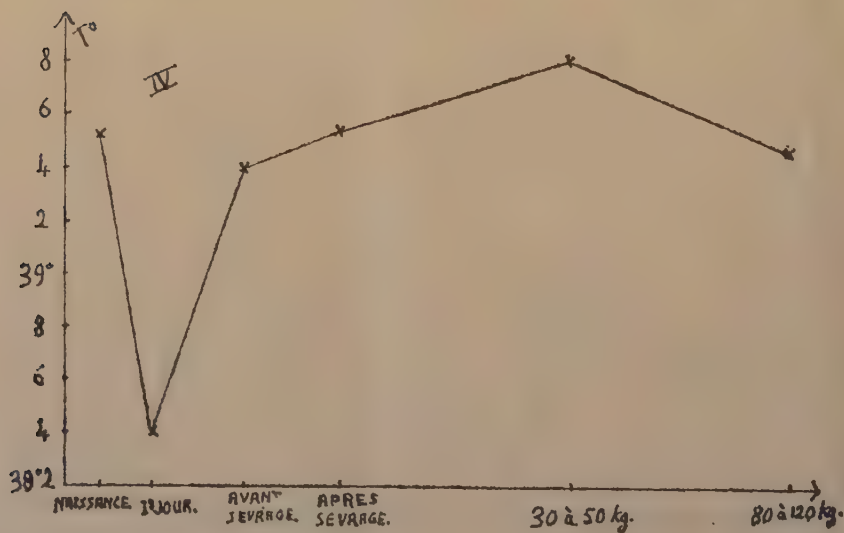
V. — TEMPERATURE DES PORCS DE 30 A 50 KILOGS

Pour cette catégorie de porcs nous avons expérimenté dans un élevage industriel entre 10 et 13 heures. Nous avons relevé ici les plus grands écarts de température puisque nous avons noté des températures de 40°5 et même 40°6 alors qu'à l'opposé nous enregistrons des températures de 38°9. Mais ici, ce sont des porcs qui bien qu'en excellente santé, absorbent une alimentation en farine distribuée sèche, ce qui nécessite une période d'adaptation, aussi notons-nous quelques troubles digestifs pendant une quinzaine de jours après l'entrée en porcherie, et celle-ci se fait entre trente et quarante-cinq kilos. Aussi certains porcs atteints de troubles digestifs ont pu échapper à notre attention, ce qui explique cet important écart de température. Nous constatons malgré tout que la moyenne pondérée elle-même est supérieure à celle que nous avons obtenue jusqu'alors. Elle se situe à 39°8 d'où une augmentation de trois à quatre dixièmes de degré par rapport à la catégorie précédente. Il est vrai que quand nous avons expérimenté le thermomètre d'ambiance accusait 22° ce qui pourrait expliquer cette hausse de la moyenne de température, mais nous pensons que les légers troubles digestifs en sont les principaux responsables. 66 % de cette population a une température comprise entre 39°5 et 40°1 ce qui est assez homogène et 95 % entre 39°2 et 40°4.

Dans cette catégorie nous constatons donc une moyenne de 39°8 d'où une augmentation de trois dixièmes de degré par rapport à la catégorie précédente.



— PORCS DE 30 A 50 kg. ---- PORCS DE 80 A 120 kg.



COURBE SCHEMATISANT LES MOYENNES DES TEMPERATURES.

T° RECTALE	NOMBRE DE PORCS.						
	ALAMAISSANCE		PENDANT	AVANT	APRES	DE 30	DE 80
	TRUIES	PORCS	LE 1 ^{er} JOUR	LE SEVRAGE	LE SEVRAGE	A 50 kg	A 120 kg
40° 6						1	
40° 5						3	
40° 4						6	
40° 3						12	
40° 2						10	1
40° 1				1	1	10	3
40°	1			3	1	21	8
39° 9	1	1		6	5	20	9
39° 8	3	5		13	9	28	12
39° 7	2	8		9	8	28	14
39° 6	5	12		14	13	27	15
39° 5	1	19		26	17	14	24
39° 4		10		24	23	11	24
39° 3		4		22	15	12	27
39° 2		1		12	8	3	17
39° 1				7	3	1	12
39°				7	1	2	11
38° 9			1	5	1	1	5
38° 8			3	2			2
38° 7			9	1			1
38° 6			16	3			2
38° 5			21	1			
38° 4			24				
38° 3			17				
38° 2			11				
38° 1			6				
38°			3				
37° 9			5				
37° 8			1				

CATEGORIES	Naissance	1 ^{er} jour	avant sevrage	après sevrage	30 à 50 kilogs	80 à 120 kilogs
MOYENNES	39°54	38°4	39°4	39°5	39°8	39°43
ECARTS TYPES (E)	0°15	0°226	0°304	0°225	0°32	0°315
66 %	de 39°4 à 39°7	de 38°2 à 38°6	de 39°1 à 39°7	de 39°3 à 39°7	de 39°5 à 40°1	de 39°1 à 39°7
95 %	de 39°2 à 39°8	de 37°9 à 38°8	de 38°8 à 40°	de 39° à 39°9	de 39°2 à 40°4	de 38°8 à 41°

TABEAU RECAPITULATIF DES CALCULS DE STATISTIQUES.

CONCLUSIONS

De cette étude statistique il ressort que mise à part la chute thermique importante des premières heures de vie la température est à quelques dixièmes de degré près constante. Le fait est illustré par la courbe VI représentant les variations de température en fonction de l'âge du sujet. Cette courbe synthétise les six courbes déjà obtenues.

Après la naissance nous observons une chute de plus de un degré, mais la température remonte vite à la normale, et nous estimons qu'il serait indispensable, par temps froid, de réchauffer les porcelets nouveau-nés avec des moyens artificiels, lampes à rayons infra-rouges par exemple. La régulation thermique des porcs à la naissance n'est pas parfaite les vingt-quatre premières heures de la vie.

Comme nous n'avons pas relevé d'écarts importants entre les porcs avant, puis après le sevrage et jusqu'à ce qu'ils aient atteint le poids de cent vingt kilos, nous avons jugé utile de calculer la moyenne de température de tous les porcs pouvant se rattacher à l'une de ces catégories. Cette moyenne est de $39^{\circ}55$ et 66 % des porcs ont une température rectale comprise entre $39^{\circ}2$ et $39^{\circ}9$ et 95 % entre $38^{\circ}85$ et $40^{\circ}25$.

D'une façon générale nous pouvons en conclure que la moyenne de la température rectale des porcs, mis à part ceux de moins de vingt-quatre heures, est de $39^{\circ}5$ avec des variations de plus ou moins cinq dixièmes de degré.

**Vu : LE PROFESSEUR RESPONSABLE
DE L'ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE,
COTTEREAU.**

**Vu : LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE,
FLORIO.**

**Vu :
LE DOYEN
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
A.-H. HERMANN.**

**Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
CROIZAT.
PROFESSEUR
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.**

Vu et permis d'imprimer : Lyon, le 4 Février 1963

**LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ
P. LOUIS.**

BIBLIOGRAPHIE

1. BAZETT (H.C.). — *Physiol Reviews*, 1927, 7, 531.
2. BEDER. — *Recueil Médecine Vétérinaire*, 1943, 117-119.
3. BIANCA (W.). — *Brit. Vet. J.*, 1957, 113, 227-239.
4. BINET (L.). — *Traité de Physiologie de ROGER (G.H.)*, 1927, 8, 687-698.
5. BORGATTI (G.). — *Fisiologia degli Animali Domestici*, 1956, 1, 284.
6. CLER (J.F.). — *Presse Médicale*, 1957, 62-63, 1405-1406.
7. GAUTRELET (J.). — *Traité de Physiologie de ROGER (G.H.)*, 1927, 8, 651-653.
8. GENTHON (H.). — *Contribution à l'étude de la thermométrie et de la régulation thermique chez le veau*. Thèse de Docteur Vétérinaire, Lyon 1959.
9. ISENSCHMID. — *Handbuch der Normalen und Pathologischen Physiologie*, 1926, 17.
10. JUNG. — *Cours de Physiologie*. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.
11. KAYSER (Ch.). — *Journal Médical Français* : février 1931, 41.
12. LEFEURE (J.). — *Chaleur Animale et Bioénergétique*, 1911, 4, 1011-1024.
13. LONGET (F.A.). — *Traité de Physiologie*, 1861, 1, 1089-1092.
14. LUCIEN (M.), PARISOT (J.), RICHARD (G.). — *Traité d'endocrinologie*, 1925, 3, 243.
15. MAGNE (H.). — *Journal de Physiologie et de Pathologie Générale*, 1914, 6, 337-360.
16. MAIGRE (E.). — *De la régulation thermique*. Thèse de doctorat en médecine, Paris 1924.

17. MICHELS (H.). — Considérations sur la thermorégulation, l'adaptation et les productions des bovins dans les régions tropicales. Thèse Docteur Vétérinaire. Utrecht 1957.
18. RICHEZ (D.). — Thermométrie clinique chez le cheval. Thèse Docteur Vétérinaire, Paris 1930.
19. SAPIN et JALOUSTRE. — *Biologie Médicale*, février-mars 1955, 133.
20. WEISS (G.). — Physiologie du travail musculaire et de la chaleur animale, 1909.
21. YEATES (N.I.M.). — *Austral. Vet. J.*, 1956, 32, 24-25.

